

PATENT APPLICATION
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Docket No: Q77351

Hideki HATANO, et al.

Appln. No.: 10/656,879

Group Art Unit: not yet assigned

Confirmation No.: 8083

Examiner: not yet assigned

Filed: September 08, 2003

For: HOLOGRAPHIC RECORDING MEDIUM AND HOLOGRAPHIC
RECORDING/REPRODUCING APPARATUS USING THE SAME

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith are two (2) certified copies of the priority documents on which claims to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority documents.

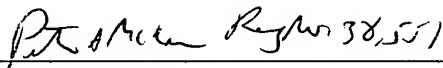
Respectfully submitted,

SUGHRUE MION, PLLC
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE

23373

CUSTOMER NUMBER


for Darryl Mexic
Registration No. 23,063

Enclosures: Japan 2002-263809
Japan 2003-312287

Date: February 3, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 9月10日

Hideki Hatano, et al. 10/656,879
HOLOGRAPHIC RECORDING MEDIUM.....
Darryl Mexic 202-293-7060
September 8, 2003
2 of 2

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-263809

[ST.10/C]:

[JP2002-263809]

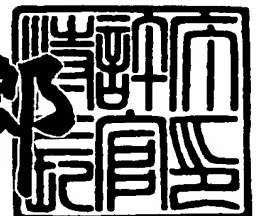
出 願 人
Applicant(s):

パイオニア株式会社
独立行政法人物質・材料研究機構

2003年 6月24日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3049479

【書類名】 特許願

【整理番号】 57P0082

【提出日】 平成14年 9月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03H 1/00
G02B 5/32

【発明の名称】 2色ホログラム記録媒体及びこれを用いた2色ホログラム記録再生装置

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 畑野 秀樹

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 山路 崇

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内

【氏名】 北村 健二

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内

【氏名】 竹川 俊二

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内

【氏名】 中村 優

【特許出願人】

【識別番号】 000005016

【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 301023238

【氏名又は名称】 独立行政法人物質・材料研究機構

【代理人】

【識別番号】 100079119

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤村 元彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 016469

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006557

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 2色ホログラム記録媒体及びこれを用いた2色ホログラム記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ゲート光の照射によって記録感度が発生するホログラム記録媒体であって、

ニオブ酸リチウム (LiNbO_3) 又はタンタル酸リチウム (LiTaO_3) の単結晶を含み、

前記単結晶はMnを不純物として含む、ことを特徴とする2色ホログラム記録媒体。

【請求項2】 前記単結晶中のMn含有量は1重量ppmから100重量ppmの範囲にあることを特徴とする請求項1記載の2色ホログラム記録媒体。

【請求項3】 前記単結晶はニオブ酸リチウム単結晶であり、 $[\text{Li}_2\text{O}]/([\text{Li}_2\text{O}]+[\text{Nb}_2\text{O}_5])$ のモル分率が0.495から0.50の範囲にあることを特徴とする請求項1記載の2色ホログラム記録媒体。

【請求項4】 前記単結晶はタンタル酸リチウム単結晶であり、 $[\text{Li}_2\text{O}]/([\text{Li}_2\text{O}]+[\text{Ta}_2\text{O}_5])$ のモル分率が0.495から0.50の範囲にあることを特徴とする請求項1記載の2色ホログラム記録媒体。

【請求項5】 前記ゲート光に対する前記記録媒体の光吸収係数 (α_g) と前記単結晶の長さ (L) との積 ($\alpha_g \cdot L$) が、0.5から2.0の範囲にあることを特徴とする請求項1記載の2色ホログラム記録媒体。

【請求項6】 410nm以下の波長帯域内の波長を有するゲート光の照射によって記録感度が発生するホログラム記録媒体へ可干渉性の信号光及び参照光を入射させて信号光の担う情報信号を記録する2色ホログラム記録再生装置であって、

前記ホログラム記録媒体へ前記ゲート光を照射する手段と、

前記ゲート光の波長より長い波長の信号光及び参照光を前記ホログラム記録媒体へ照射する手段と、を含み、

前記ホログラム記録媒体はニオブ酸リチウム又はタンタル酸リチウムの単結晶

を含み、

前記単結晶はMnを不純物として含む、ことを特徴とする2色ホログラム記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、2色ホログラム記録媒体及びこれを用いた2色ホログラム再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、ホログラフィーの原理を応用したデジタル記録システムとして、ホログラフィックメモリシステムが知られている。ホログラフィックメモリシステムは、例えば、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3)、タンタル酸リチウム (LiTaO_3) などの強誘電体結晶のメモリ媒体にデジタルデータを記録、再生するものである。フォトリフラクティブ効果は、光の照射による光励起によって生じた電荷が結晶内を移動することによって空間電界分布を形成し、一次の電気光学効果すなわちポッケルス効果と結び付いて当該結晶の屈折率を該空間電界分布に対応して変化させる現象である。

【0003】

上記ホログラフィックメモリの記録形態として、単色ホログラム (1-color) と2色ホログラム (2-color) の方式がある。前者の単色ホログラムは、記録されたホログラムから信号を読み出す際に、再生光が徐々にホログラムを消去してしまう問題 (いわゆる再生劣化) を有する故、記録方式としては、2色ホログラム方式が主に研究されている。

【0004】

図1に示す如く、不純物 (Fe等) が添加されたニオブ酸リチウム (LiNbO_3) にゲート光 (波長 λ_1) を照射することによって、照射された時間及び部分だけ一時的に結晶内の中間励起準位Bとよばれる比較的浅いエネルギー準位にキャリアが一時的に形成される。ゲート光が照射された部分では、 Fe^{2+} の準位 (

光吸収中心) Aからキャリアが伝導帯 (CB) に励起され、中間励起準位 B に一時的にトラップされる。この中間励起準位 B のキャリアが記録光 (参照光と信号光 (各々の波長は λ_2) によって形成される干渉縞に対応した空間的な明暗のパターン) により伝導帯 (CB) に励起され、最終的には深いトラップ準位 (ストレージセンタ) C に前記干渉縞に対応したキャリアの濃淡分布の形で蓄積されて記録が完了する。

【0005】

ニオブ酸リチウムを用いた2色ホログラムの具体的な手段として、還元処理を行ったニオブ酸リチウム単結晶 (LN) を用いた方法が提案されている。例えば、Pr (プラセオジウム) を添加した LiNbO_3 (H. Guenther, G. Wittmann, and R. M. Macfarlane (IBM), R. R. Neurgaonkar (Rockwell): "Intensity dependence and white-light gating of two-color photorefractive gratings in LiNbO_3 ", Opt. Lett. Vol. 22, pp. 1305-1307 (1997)) や、添加成分無し或いは Fe 及び Mn を添加したニオブ酸リチウムに還元処理を行った結晶 (L. Hesselink, S. S. Orllov, A. Liu, A. Akella, D. Lande, and R. R. Neurgaonkar: "Photorefractive Materials for Nonvolatile Volume Holographic Data Storage", Science Vol. 282 (Nov 6), pp. 1089-1094 (1998)) で、この中間励起準位 (準安定準位) におけるキャリアの寿命がマイクロ秒から数秒に増大させることができ、連続発振の比較的パワーの小さなレーザを用いて記録ができるようになってきた。

【0006】

還元処理を行ったニオブ酸リチウム単結晶における2色ホログラムに関与したキャリア励起のメカニズム (バイポーラロン・ポーラロンメカニズム) は下記のとおりである。ニオブ酸リチウム単結晶を適切な還元雰囲気中で熱処理すると、バイポーラロンが形成される。バイポーラロンとは隣接した Nb_{Li} (Li サイトの Nb) と Nb_{Nb} (Nb サイトの Nb) におのおの1個ずつ電子が束縛され、これらがペアを形成している状態である。バイポーラロンは2.5 eV 付近に中心をもつ幅広い吸収バンドを形成する。400 nm から500 nm の間の波長を持つゲート光を照射することにより、バイポーラロン吸収バンドから電子を励起すると、バイポーラロンが光乖離し、スモールポーラロン状態が出現する。スモー

ルポーラロンは Nb_{Li} (Li サイトの Nb) に電子が束縛された状態であって、これが中間励起準位に電子が存在する状態に対応する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のバイポーラロンのメカニズムを用いた2色ホログラフィックメモリシステムには下記のような問題が例として挙げられる。

(1) 上記ホログラフィック材料は還元処理が必要。つまりアズグロン (as-grown) の状態や空気中で熱処理された状態では記録感度が低いため記録材料としてはほとんど使用できない。また還元処理をし過ぎると結晶の暗導電率が増加し、ストレージ時間が短くなり、実用的に問題を生じる。更に、還元処理の大小で特性が大幅に変わるため制御が難しい。

(2) バイポーラロン方式における記録感度は 0.03 cm/J と十分な感度が得られていない。

(3) ゲート光として、 458 nm から 488 nm の波長帯域の光が使用されている。当該波長帯域のゲート光を使用した場合、フォトリフラクティブ効果に起因したファニングと呼ばれる散乱 (光損傷) が発生し易くなる。ファニングが発生すると、ホログラフィックメモリとして書き込んだ情報の再生像に歪みが生じ、データが劣化する故、ホログラムの品質が大幅に低減する。

【0008】

本発明が解決しようとする課題には、上記した問題が1例として挙げられる。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の2色ホログラム記録媒体は、ゲート光の照射によって記録感度が発生するホログラム記録媒体であって、ニオブ酸リチウム ($LiNbO_3$) 又はタンタル酸リチウム ($LiTaO_3$) の単結晶を含み、前記単結晶はMnを不純物として含む、ことを特徴とする。

【0010】

請求項6に記載の2色ホログラム記録再生装置は、 410 nm 以下の波長帯域内の波長を有するゲート光の照射によって記録感度が発生するホログラム記録媒

体へ可干渉性の信号光及び参照光を入射させて信号光の担う情報信号を記録する2色ホログラム記録再生装置であって、前記ホログラム記録媒体へ前記ゲート光を照射する手段と、前記ゲート光の波長より長い波長の信号光及び参照光を前記ホログラム記録媒体へ照射する手段と、を含み、前記ホログラム記録媒体はニオブ酸リチウム又はタンタル酸リチウムの単結晶を含み、前記単結晶はMnを不純物として含む、ことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例を図面を参照しつつ説明する。

本発明のホログラム記録媒体は、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3) 単結晶を含む。該単結晶は、連続原料供給型の二重るつぼ法単結晶引き上げ装置を用い、 $[\text{Li}_2\text{O}] / ([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Nb}_2\text{O}_5]) = 0.56 \sim 0.60$ の融液組成に、更にMnを8又は50重量ppmを各々加えた融液から育成される。該育成によって、光学的均質性に優れた $[\text{Li}_2\text{O}] / ([\text{Li}_2\text{O}] + [\text{Nb}_2\text{O}_5])$ のモル分率が0.495～0.50の定比組成のニオブ酸リチウム単結晶（略称SLN）が得られる。該単結晶は、各々2mmの立方体とした。Mnの含有量は、好ましくは1重量ppmから100重量ppmの範囲から選択される。

【 0 0 1 2 】

育成されたアズグロン (as-grown) の該単結晶及びMnが含まれていない単結晶に、略300nmから600nmの範囲の光を照射したところ、図2に示す如く、Mnを含む単結晶のゲート光吸収係数 (α_g) が、410nm付近で上昇した。この結果から、410nm以下波長範囲のゲート光を情報記録に使用することによって、Mnを含有する単結晶の記録感度が上昇することが確認できた。また、Mn含有量が増加するに従い、同一波長におけるゲート光吸収係数 (α_g) が大となることも確認された。つまり、Mnの含有量によりゲート光吸収係数 (α_g) の制御が可能となることが明らかになった。

【 0 0 1 3 】

また、Mnが含まれた該単結晶の中間励起準位（スモールポーラロン準位）の寿命時間について測定したところ、8重量ppmのMnを含有する単結晶の場合は

0.3 秒、50 重量 ppm では 0.2 秒であった。Fe を含有する結晶の場合、Fe 含有量が 10 ppm で 0.2 秒程度の間励起準位の寿命時間が 25 ppm で数ミリ秒まで低減するということに比べて、Mn 含有結晶の寿命時間の濃度依存性は小であることが判った。

【0014】

該記録媒体について、ファニング（光損傷）の発生に関するパラメータである飽和空間電界に対するゲート波長依存性を測定した。図3に示す如く、ニオブ酸リチウム単結晶（SLN）に照射されるゲート光波長が短くなるに従い、飽和空間電界が減少した。つまり、Mn を添加した SLN は、波長が 410 nm 以下のゲート光を使用することにより、光損傷が減少することが確認された。

【0015】

Mn 濃度が 8 ppm のホログラム記録媒体の記録感度を測定したところ、図4に示す如く、ゲート光の強度が 1.5 W/cm^2 において 0.2 cm/J の記録感度が得られた。この記録感度は、還元処理を行っていた従来の記録媒体に比べて略 1 桁大きい。

厚さ L のホログラム記録媒体にゲート光を入射せしめて媒体内における誘起吸収係数の変化について測定した。ゲート光が入射する単結晶表面から、入射方向に対して x 軸を取り、ゲート光吸収係数 (α_g) と単結晶の厚さ (L) の積 $\alpha_g \cdot L$ をパラメータとした単結晶の任意の位置 (x) における誘起吸収係数は、入射方向において指数関数的に減衰し、図5の如く示される。 $\alpha_g \cdot L$ が大であるとき、誘起吸収はほぼ単結晶の表面においてのみ発生する故、入射方向において入射表面から最も離れた位置においては、記録は期待できない。逆に、 $\alpha_g \cdot L$ が小であれば、誘起吸収係数は単結晶の全体に亘って変化しないが、低い誘起吸収係数によって記録感度が低くなる故、所望の記録感度は得られない。従って、 $\alpha_g \cdot L$ が 0.5 から 2.0 の範囲にあることが好ましい。より好ましくは $\alpha_g \cdot L$ が略 1 である。

【0016】

なお変形例として、2色ホログラム記録媒体には、上記のニオブ酸塩単結晶の他に、タンタル酸塩単結晶が使用され得る。タンタル酸塩単結晶として、 $[\text{Li}_2$

$O] / ([Li_2O] + [Ta_2O_5])$ のモル分率が 0.495 から 0.50 の範囲にあるタンタル酸リチウム単結晶が使用され得る。その他は、上記のニオブ酸塩単結晶と同様である。

【0017】

上記の如き 2 色ホログラム記録媒体は、図 6 に示す 2 色ホログラム記録再生装置 1 によって情報の記録及び再生が実施される。

2 色ホログラム記録再生装置 1 は、エンコーダ 2 を含む。エンコーダ 2 は、Mn を含有するニオブ酸リチウム単結晶のホログラム記録媒体 5 に記録すべきデジタルデータを平面上に明暗のドットパターン画像として変換し、例えば縦 480 ビット×横 640 ビットのデータ配列に並べ替えて単位ページ系列データを生成する。このデータを例えば透過型の TFT 液晶表示装置（以下、LCD ともいう）のパネルなどの空間光変換器（SLM: Spatial Light Modulator）3 に送出する。

【0018】

空間光変換器 3 は、単位ページに対応する縦 480 ピクセル×横 640 ピクセルの変調処理単位を有し、照射された波長 850 nm の可干渉性のシグナルビームをエンコーダ 2 からの単位ページ系列データに応じて空間的な光のオンオフ信号に光変調し、変調されたシグナルビームすなわち信号光をレンズ 4 へ導く。より詳しくは、空間光変換器 3 は電気信号である単位ページ系列データの論理値“1”に応答してシグナルビームを通過させ、論理値“0”に応答してシグナルビームを遮断することにより、単位ページデータにおける各ビット内容に従った電気-光学変換が達成され、単位ページ系列の信号光としての変調されたシグナルビームが生成される。

【0019】

信号光は、レンズ 4 を介してホログラム記録媒体 5 に入射する。ホログラム記録媒体 5 には、信号光の他に、信号光のビームの光軸に直交する所定の基準線から入射角度 β をもって、シグナルビームと可干渉性の波長 850 nm の参照光が入射する。ここで同時に波長 350 nm のゲート光をホログラム記録媒体 5 に入射せしめると同時に、信号光と参照光とは、ホログラム記録媒体 5 内で干渉し、この

干渉縞がホログラム記録媒体 5 内に記録感度が生じて、屈折率格子として記憶されることにより、データの記録が行われる。また、入射角 β を変えて参照光を入射させて複数の 2 次元平面データを角度多重記録することにより、3 次元データ記録が可能となる。なお、ゲート光波長は 410 nm 以下であれば良い。

【0020】

記録されたデータをホログラム記録媒体 5 から再生する場合には、信号光ビーム及び参照光ビームの交差する領域の中心に向け記録時と同じ入射角 β で参照光のみをホログラム記録媒体 5 に入射させる。即ち、記録時とは異なり、信号光は入射させない。これにより、ホログラム記録媒体 5 内に記録されている干渉縞からの回折光がレンズ 6 を通して光検出器の CCD (Charge Coupled Device) 7 へ導かれる。CCD 7 は、入射光の明暗を電気信号の強弱に変換し、入射光の輝度に応じたレベルを有するアナログ電気信号をデコーダ 8 へ出力する。デコーダ 8 は、このアナログ信号を所定の振幅値 (スライスレベル) と比較し、対応する“1”及び“0”のデータを再生する。

【0021】

ホログラム記録媒体では、上記のように 2 次元の平面データ系列で記録を行うので、参照光の入射角 β を変えることにより角度多重記録を行うことができる。即ち、参照光の入射角 β を変化させることにより記録単位である 2 次元平面をホログラム記録媒体内に複数規定することができ、その結果、3 次元での記録が可能となる。

【0022】

ゲート光の照射によって記録感度が発生するホログラム記録媒体であって、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3) 又はタンタル酸リチウム (LiTaO_3) の単結晶を含み、前記単結晶は Mn を不純物として含む、ことを特徴とする 2 色ホログラム記録媒体によれば、還元処理を実施することなく高い記録感度を有するホログラム記録媒体を得ることができる。

【0023】

410 nm 以下の波長帯域内の波長を有するゲート光の照射によって記録感度が発生するホログラム記録媒体へ可干渉性の信号光及び参照光を入射させて信号

光の担う情報信号を記録する 2 色ホログラム記録再生装置であって、前記ホログラム記録媒体へ前記ゲート光を照射する手段と、前記ゲート光の波長より長い波長の信号光及び参照光を前記ホログラム記録媒体へ照射する手段と、を含み、前記ホログラム記録媒体はニオブ酸リチウム又はタンタル酸リチウムの単結晶を含み、前記単結晶はMnを不純物として含む、ことを特徴とする 2 色ホログラム記録再生装置によれば、還元処理を実施することなく高い記録感度を有するホログラム記録媒体を光損傷が少ない波長帯域のゲート光を用いて記録することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

2 色ホログラム記録を用いた電子励起モデルを示す図である。

【図 2】

本発明によるマンガン (Mn) を含有するニオブ酸リチウム単結晶からなるホログラム記録媒体の光吸収スペクトルである。

【図 3】

本発明によるマンガン (Mn) を含有するニオブ酸リチウム単結晶からなるホログラム記録媒体の飽和空間電界の波長依存性を示すグラフである。

【図 4】

本発明によるマンガン (Mn) を含有するニオブ酸リチウム単結晶からなるホログラム記録媒体の記録感度を示すグラフである。

【図 5】

本発明によるマンガン (Mn) を含有するニオブ酸リチウム単結晶からなるホログラム記録媒体の厚さと誘起吸収係数の関係を示すグラフである。

【図 6】

本発明による 2 色ホログラム記録再生装置を示す構成図である。

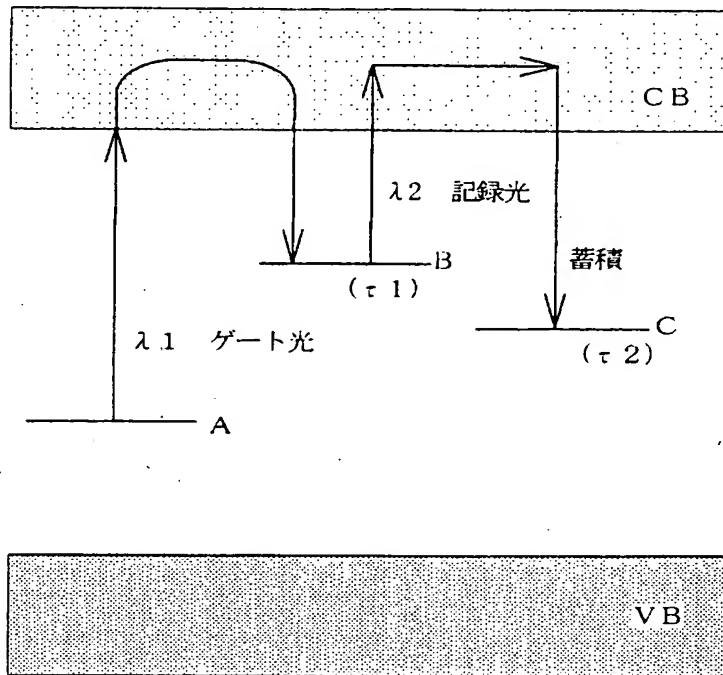
【符号の説明】

- 1 2 色ホログラム記録再生装置
- 2 エンコーダ
- 3 空間光変換器

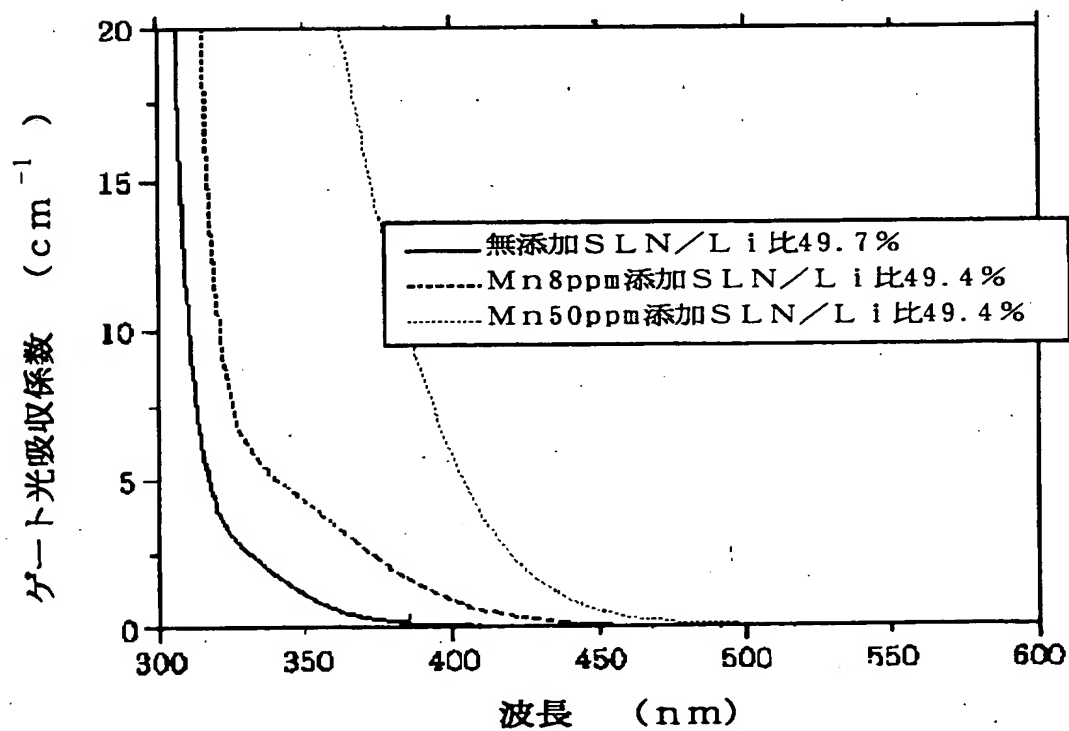
- 4、6 レンズ
- 5 ホログラム記録媒体
- 7 CCD
- 8 デコーダ

【書類名】 図面

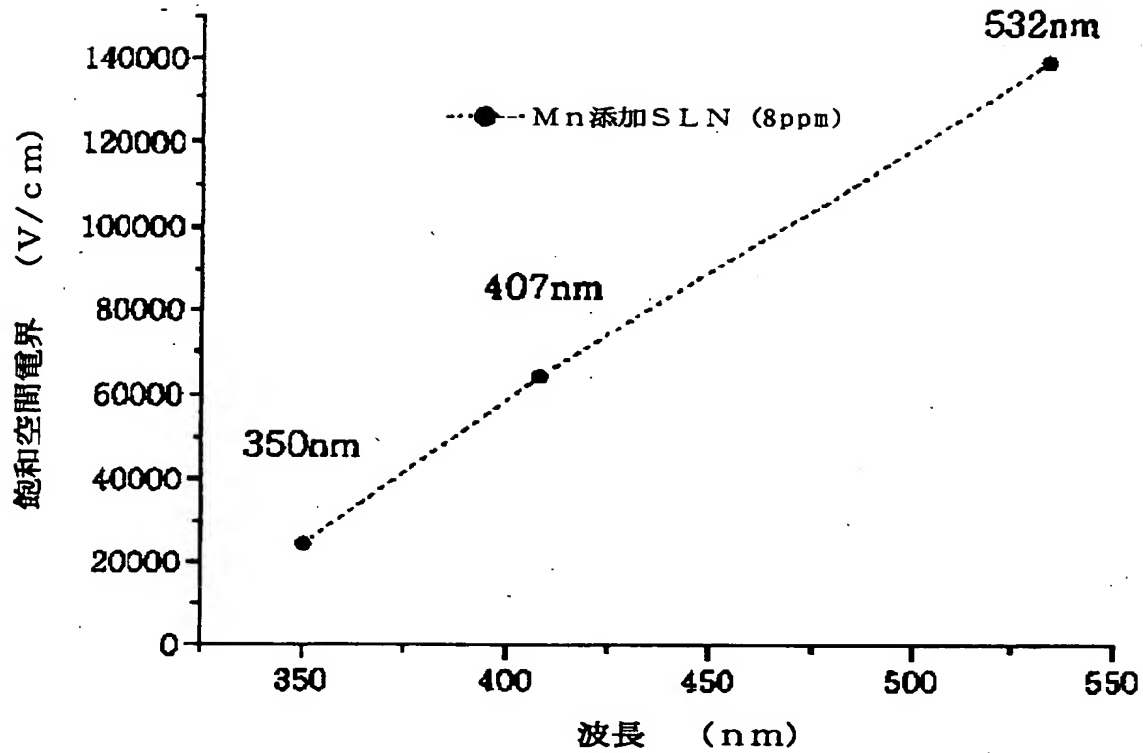
【図1】



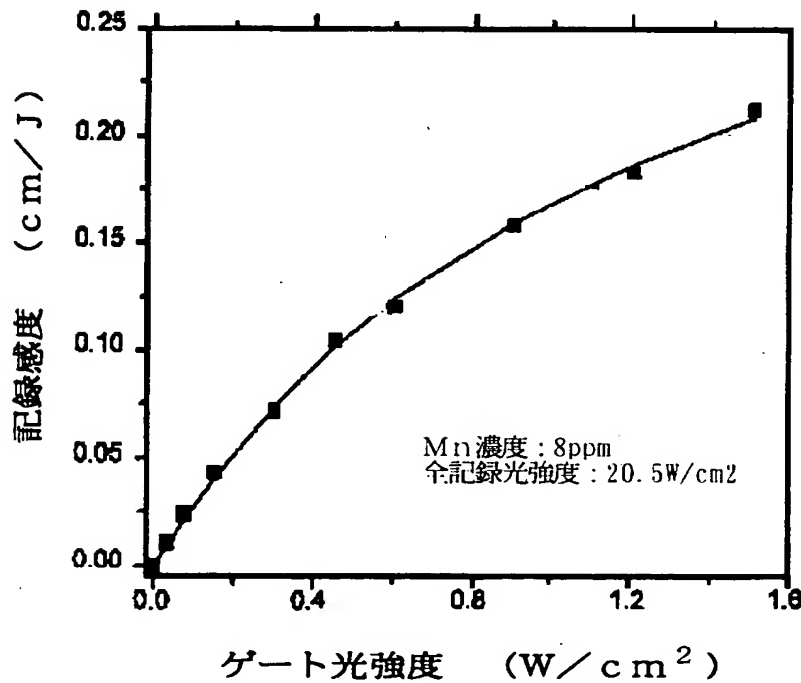
【図2】



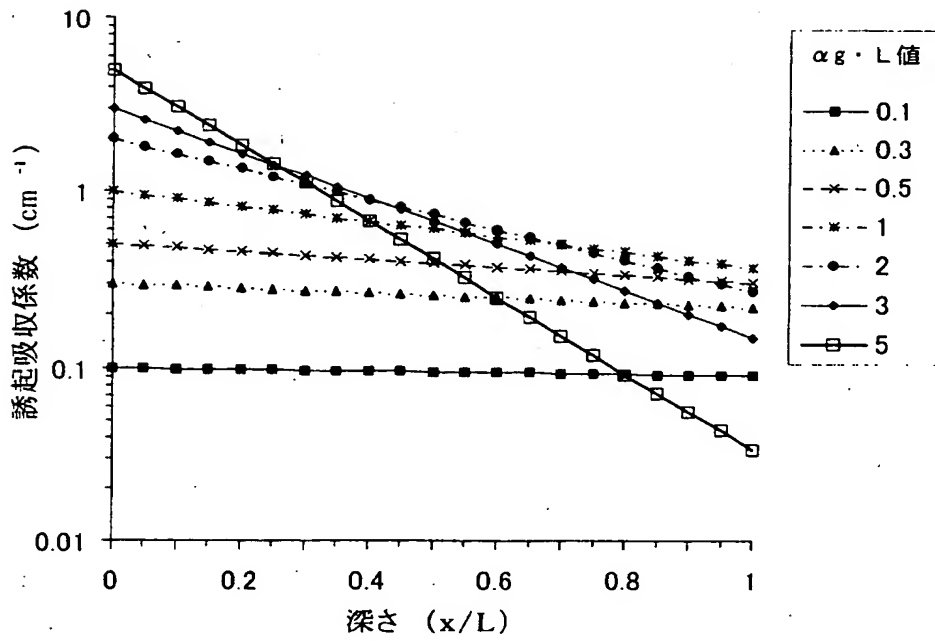
【図3】



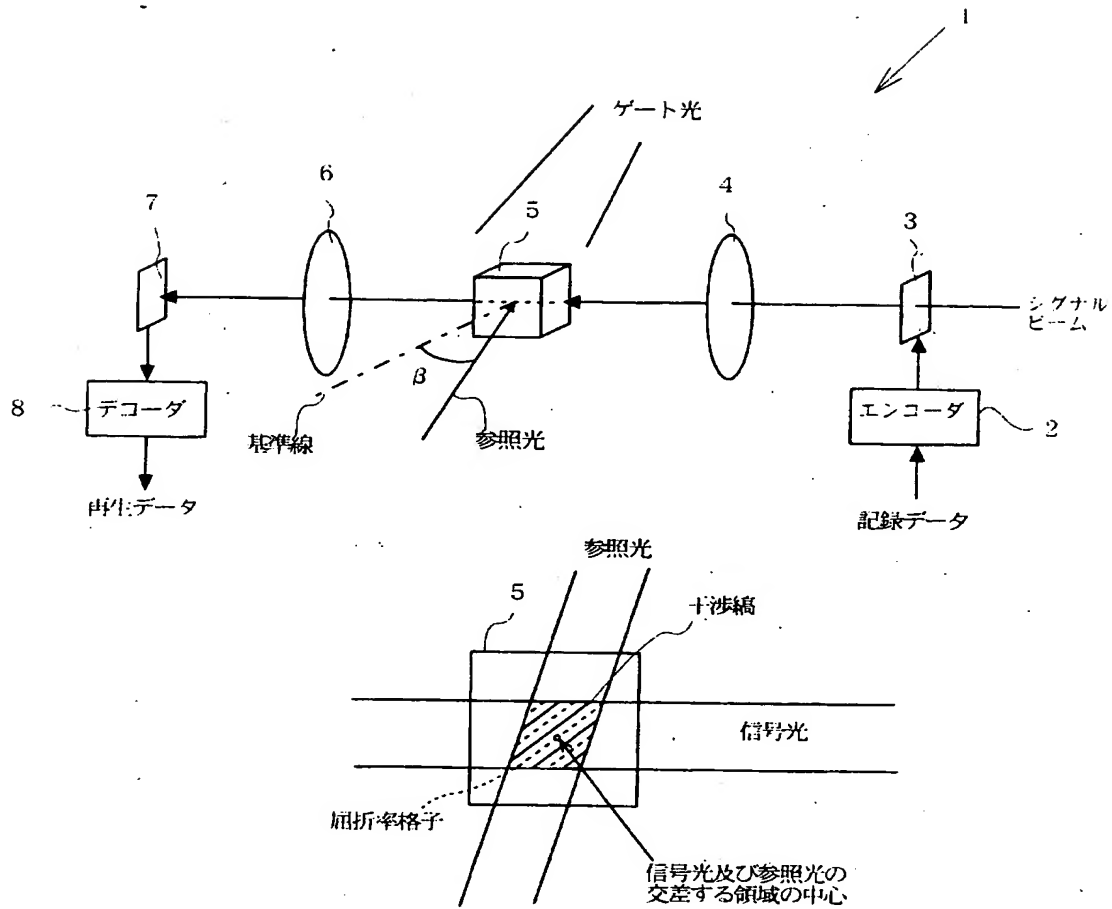
【図4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 還元処理がなくとも高い記録感度を有するホログラム記録媒体及び該媒体を光損傷が少ない波長帯域のゲート光を用いて記録する装置を提供する。

【解決手段】 ホログラム記録媒体は、Mnを不純物として含むニオブ酸リチウム (LiNbO_3) 又はタンタル酸リチウム (LiTaO_3) の単結晶からなる。

【選択図】 図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都目黒区目黒1丁目4番1号
氏 名	パイオニア株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [301023238]

1. 変更年月日	2001年 4月 2日
[変更理由]	新規登録
住 所	茨城県つくば市千現一丁目2番1号
氏 名	独立行政法人物質・材料研究機構